

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

Klausur zur Vorlesung Verkehrsdynamik und -simulation SS 2011

Insgesamt 120 Punkte

Aufgabe 1 (25 Punkte)

Ein kommerzieller Navi-Hersteller fusioniert für seine Verkehrsinformationen mehrere Datenquellen:

1. 1-Minuten-Daten von Doppelschleifen- und IR-Querschnittsdetektoren (nur auf Autobahnen, dort aber an den kritischen Stellen mindesten alle 2 km)
2. Floating-Car-Daten von Privatautos, Ausstattungsgrad etwa 0.5 %. Aufgezeichnet wird ereignisorientiert der Ort (Genauigkeit etwa 10 m) und die Geschwindigkeit
3. Floating-Car-Daten von Transport- und Logistikunternehmen (etwa 50 000 in Deutschland, hohe Auflösung in Ort, Zeit und Geschwindigkeit, vorwiegend in LKWs)
4. Floating-Phone Daten von etwa 3 Millionen Mobiltelefonen in Deutschland. Hier ist die Ortsauflösung beim Telefonieren auf etwa 100 m, bei lediglich eingeschalteten Telefonen auf etwa 1 km beschränkt. Alles Weitere (z.B. die Geschwindigkeit) muss abgeleitet werden. Außerdem ist nicht bekannt, ob sich die Telefone tatsächlich in Autos befinden.

Beurteilen Sie die Anwendbarkeit jeder dieser Datenquellen für folgende Zwecke:

- A Verkehrslage einschließlich Zeitverluste bei starken oder zähfließenden Verkehr auf Autobahnen
- B Reisezeiten im Gesamtnetz bei geringem Verkehrsaufkommen
- C Bestimmung der Verkehrsbelastung (Flussstärke) auf Autobahnen
- D Umleitungsempfehlungen zum Umfahren von Autobahnstaus
- E Umleitungsempfehlungen zum Umfahren von Staus auf der Landstraße
- F Umleitungsempfehlungen zum Umfahren von Staus in der Stadt
- G Detektion von Totalsperrungen.

Stellen Sie dazu eine Matrix (Zeilen=Anwendungen, Spalten=Datenquelle) auf und kennzeichnen Sie die Matrixelemente mit “+” (sehr geeignet bzw. unbedingt notwendig), “0” (evtl. nützlich) und “-” (ungeeignet). Berücksichtigen Sie dabei, dass im Stau besonders viele Leute telefonieren und dass in der Stadt das Straßennetz viel dichter ist als außerorts.

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

Aufgabe 2 (25 Punkte)

Betrachten Sie ein LWR-Modell mit dreieckigem Fundamentaldiagramm,

$$Q_e(\rho) = \min \left[V_0 \rho, \frac{1}{T} (1 - l_{\text{eff}} \rho) \right]. \quad (1)$$

- Was beschreiben die Modellparameter V_0 , T und l_{eff} ?
- Geben Sie typische Parameterwerte für (i) Kfz- Verkehr bei einer Autobahn-Baustelle, (ii) Kfz-Verkehr in einer Tempo-30-Zone, (iii) Radfahrer auf der Straße und (iv) Fußgänger im "Gänsemarsch" (eindimensional) an.
- Auf einer dreistreifigen Richtungsfahrbahn einer Autobahn ($V_0 = 130 \text{ km/h}$, $T = 1.5 \text{ s}$, $l_{\text{eff}} = 8 \text{ m}$) staut es sich an einer Baustelle, welche (summiert über alle Fahrstreifen) nur eine Kapazität von 4000 Fz/h aufweist. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich die stromaufwärtige Staufront bei einer Verkehrsnachfrage (Zufluss auf allen drei Streifen) von (i) 5000 Fz/h, (ii) 4000 Fz/h, (iii) 3000 Fz/h?

Aufgabe 3 (25 Punkte)

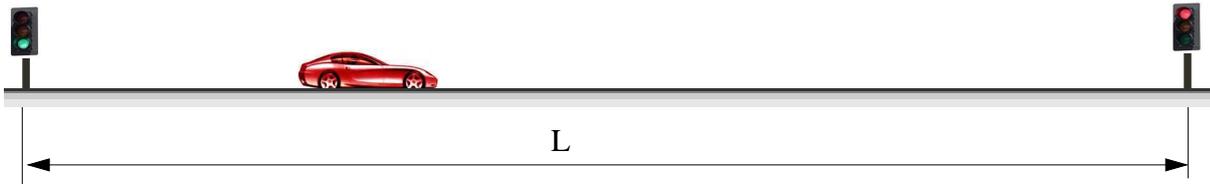
Ein an der Einmündung einer vorfahrtsberechtigten Straße stehendes Fahrzeug kann nur einfahren, wenn beim Beginn des Abbiegevorgangs der Abstand zum nächsten sich auf der Hauptstraße nähernden Fahrzeug genügend groß ist und sich außerdem das letzte vorbeigefahrene Fahrzeug hinreichend weit entfernt hat. Dies wird nun durch das Intelligent-Driver Model (IDM) mit den Parametern $a = b = 2 \text{ m/s}^2$, $T = 1 \text{ s}$ und $s_0 = 2 \text{ m}$ modelliert.

- Bestimmen Sie den Mindestabstand zum sich nähernden Fahrzeug, wenn auf der Hauptstraße Tempo 50 bzw. Tempo 70 herrscht und dort alle Fahrzeuge ohne Behinderung mit entsprechender Wunschgeschwindigkeit fahren. Einfahren ist dann möglich, wenn die dadurch verursachte IDM-Verzögerung des sich nähernde Fahrzeugs (mit dem anfangs stehenden einbiegenden Fahrzeug als Vorderfahrzeug) die komfortablen Verzögerung b nicht überschreitet.
- Bestimmen Sie den Mindestabstand zum bereits vorbei gefahrenen Fahrzeug. Hier müssen Sie das IDM für das einbiegende Fahrzeug ansetzen und den Mindestanstand aus der Bedingung einer positiven Beschleunigung dieses Fahrzeugs ermitteln.

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

Aufgabe 4 (45 Punkte)

Erhöhen Tempo-30 Zonen gegenüber Tempo 50 Verbrauch und Emissionen, wenn man auch das Beschleunigen und Verzögern berücksichtigt? Betrachten Sie die abgebildete Situation (ebene Strecke mit $L = 500$ m) und nehmen Sie an, dass man an jeder Kreuzung stoppen muss.



Die für den Verbrauch relevanten Größen (der Luftwiderstand wird vernachlässigt) sind gegeben durch $P_0 = 2$ kW, $m = 1500$ kg, $\mu = 0.02$, $g = 9.81$ m/s² und $w_{\text{cal}} = 11$ kWh/l (Diesel). Der Motor-Wirkungsgrad des Fahrzeugs (mit Schubabschaltung) beträgt konstante 30 %.

- Warum ergibt die Vernachlässigung des Luftwiderstandes hier keinen großen Fehler?
- Berechnen Sie den streckenbezogenen Verbrauch bei Konstantfahrt mit 30 km/h und 50 km/h
- Die Strecke von Kreuzung zu Kreuzung wird gemäß folgendem Modell durchfahren (s ist der Abstand zur Haltelinie der roten Ampel; kein weiteres Fahrzeug behindert die Fahrt):

$$\frac{dv}{dt} = \begin{cases} a & \text{falls } v < v_0 \text{ und } s > v^2/(2b) \\ 0 & \text{falls } v = v_0 \text{ und } s > v_0^2/(2b) \\ -\frac{v^2}{2s} & \text{sonst,} \end{cases}$$

mit den Parametern $a = b = 2$ m/s². Bestimmen Sie die zum Beschleunigen und Bremsen benötigte Strecke bei Tempo 30 und 50 (die Wunschgeschwindigkeit wird erreicht)

- Bestimmen Sie den Gesamtverbrauch für die 500 m lange Strecke von Stopp zu Stopp. Nehmen Sie dabei Beschleunigungs- und Bremswege von jeweils 17 m (Tempo 30) bzw. 48 m (Tempo 50) an.

Hinweis: Während des Bremsens wird keinerlei Treibstoff verbraucht. Der Verbrauch davor ist wegen des konstanten Wirkungsgrades direkt proportional zur Summe der benötigten mechanischen Energie zum Beschleunigen (Bewegungsenergie $\frac{1}{2}mv_0^2$), zur Überwindung der Reibung (Kraft mal Weg) und zum Bestreiten der Grundleistung (Grundleistung mal Zeit), wobei Weg und Zeit bis zum Beginn des Bremsvorgangs berücksichtigt werden.

- Bei Tempolimit 50 verbraucht das Dieselfahrzeug für die 500 m lange Strecke insgesamt 29 ml Diesel. Ein vergleichbares Elektro-Fahrzeug benötigt auf derselben Strecke insgesamt 0.085 kWh von der in der Batterie gespeicherten Energie. Wie hoch (in Gramm) sind die systemweiten CO₂-Emissionen des Diesel- und des E-Fahrzeugs, wenn 1 ml Diesel mit 3 Gramm CO₂ (einschließlich der Emissionen bei der Produktion) zu Buche schlagen und man die Batterie des E-Fahrzeugs mit Strom aus dem deutschlandweiten Energiemix (550 gCO₂/kWh) auflädt?